



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10260014 A**(43) Date of publication of application: **29.09.98**

(51) Int. Cl.

G01B 11/00**G01B 11/24****G02B 6/00**(21) Application number: **09304113**(22) Date of filing: **06.11.97**(30) Priority: **14.01.97 JP 09 4286**(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**(72) Inventor: **HASHIMOTO TAKESHI
MOBARA MASAICHI**

(54) **IMAGE PROCESSING METHOD FOR
MULTI-CORE TAPE OPTICAL FIBER, RELATIVE
POSITION DETECTING METHOD AND ITS
DEVICE, IMAGE PICK-UP DEVICE AND ITS
MANUFACTURE**

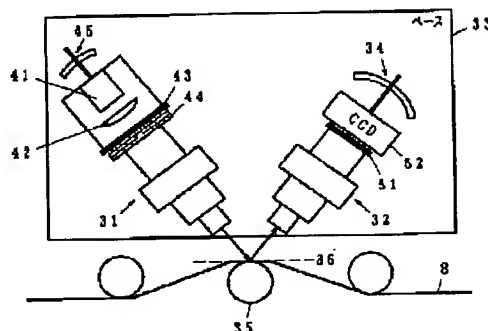
corrected by using the provided images, and accurate
position of the optical fiber is detected.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image
processing method for multiple-core tape optical fiber
which can accurately inspect shape of level difference
or pitch between optical fibers in non-contact state.

SOLUTION: Light radiated from a light source 41 is
limited by a slit 44 and is irradiated on a
multiple-core tape optical fiber 8. Its
specular-reflected light is received by a camera 51. The
reflected light is polarized by polarizing filters 43,
52 in such direction that the amount of reflected light
from the surface of a common coating 8 decreases. This
results in reduction of specular-reflected lights from
the surface of the common coating on the multiple-core
tape optical fiber 8, and this specular reflected light
and light scattered from a coloring layer of the optical
fiber can be provided as images simultaneously. Influence
from thickness of the common coating is



(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

11/24

11/24

C

G 0 2 B 6/00

G 0 2 B 6/00

B

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-304113

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(31) 優先権主張番号 特願平9-4286

(32) 優先日 平9(1997)1月14日

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 橋本 健

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 茂原 政一

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

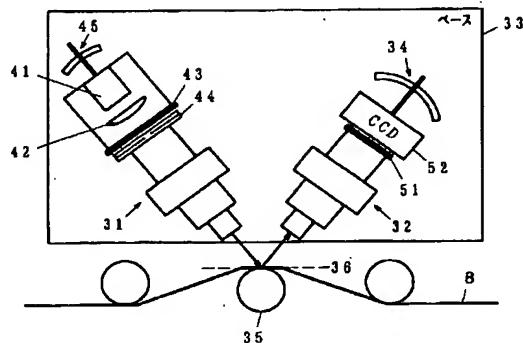
(74) 代理人 弁理士 石井 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 多心テープ光ファイバの画像処理方法、相対位置検出方法と検出装置、画像取得装置および製造方法

(57) 【要約】

【課題】 多心テープ光ファイバ内の各光ファイバ間の段差やピッチなどの形状を非接触で正確に検査することのできる多心テープ光ファイバの画像処理方法を提供する。

【解決手段】 光源41からの照射光をスリット44で制限し、多心テープ光ファイバ8上に照射する。その正反射光をカメラ51で受光する。このとき、多心テープ光ファイバ8の共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に偏光フィルタ43、52で偏光する。これによって、多心テープ光ファイバ8の共通被覆の表面からの正反射光を減光し、この正反射光と光ファイバの着色層からの散乱光を同時に画像として取得できる。取得した画像から共通被覆の厚さによる影響を補正し、正確な光ファイバの位置等を検出できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバに、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、その反射光の画像を取得して処理する多心テープ光ファイバの画像処理方法において、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、処理することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項2】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバに、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、その反射光の画像を取得して処理する多心テープ光ファイバの画像処理方法において、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、処理することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項3】 前記被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光された画像を取得して処理することを特徴とする請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項4】 前記共通被覆の表面からの反射光の反射角度がブリュースター角度となるように前記スリット光の入射角度を設定したことを特徴とする請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項5】 前記スリット光は、前記共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に偏光されていることを特徴とする請求項3または4に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項6】 前記共通被覆の表面からの反射光の開口数が、前記スリット光の入射光の開口数に対して大きい状態で画像を取得することを特徴とする請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項7】 前記スリット光は、広波長域のスペクトルを有していることを特徴とする請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法。

【請求項8】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出することを特徴とする多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法。

【請求項9】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出することを特徴とする多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法。

【請求項10】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面

からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出し、該相対位置が所定の位置範囲を超えたとき前記多心テープ光ファイバの樹脂塗布条件を変化させ個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を調整することを特徴とする多心テープ光ファイバの製造方法。

【請求項11】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出し、該相対位置が所定の位置範囲を超えたとき前記多心テープ光ファイバの樹脂塗布条件を変化させ個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を調整することを特徴とする多心テープ光ファイバの製造方法。

【請求項12】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から前記共通被覆の平均厚さを算出し、該平均厚さに基づいて前記共通被覆が所定の厚さになるように前記共通被覆の樹脂塗布条件を制御することを特徴とする多心テープ光ファイバの製造方法。

【請求項13】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅

より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から前記共通被覆の平均厚さを算出し、該平均厚さに基づいて前記共通被覆が所定の厚さになるように前記共通被覆の樹脂塗布条件を制御することを特徴とする多心テープ光ファイバの製造方法。

【請求項14】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光面が設定された偏光手段と、該偏光手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取り込むことができる角度位置に配置された撮像手段を有することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項15】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光面が設定された偏光手段と、該偏光手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置に配置された第1の撮像手段と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置に配置された第2の撮像手段を有することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項16】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの

画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対して前記共通被覆の表面からの反射光の反射角度がブリュースター角度となる入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像または2つの画像として取り込む撮像手段を有することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項17】 前記投光手段は、前記共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に前記スリット光を偏光させる光源側偏光手段を有していることを特徴とする請求項14ないし16のいずれか1項に記載の多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項18】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光の開口数を前記投光手段による前記スリット光の入射光の開口数に対して大きくなるように設定する開口数調節手段と、前記開口数調節手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光の画像を同一画像として取り込む角度位置に配置された撮像手段を有することを特徴とする多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項19】 前記投光手段が前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる前記スリット光は、広波長域のスペクトルを有していることを特徴とする請求項14ないし18のいずれか1項に記載の多心テープ光ファイバの画像取得装置。

【請求項20】 複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光の画像を同一画像または2つの画像として取り込む撮像手段と、該撮像手段によって取り込まれた

画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出する相対位置算出手段を有することを特徴とする多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の被覆付き光ファイバを平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの形状を計測する際に用いられる多心テープ光ファイバの画像処理方法および装置と、各光ファイバの相対位置検出方法および装置と、多心テープ光ファイバの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図2は、多心テープ光ファイバの一例を示す断面図である。図中、1は光ファイバ、2はコーティング層、3はクラッド、4はコア、5は着色層、6は共通被覆、7は共通被覆表面、8は多心テープ光ファイバ、9は段差、10はピッチである。光ファイバ1は、図2(B)に示すように、中心部にコア4と呼ばれる高屈折率の透明体で構成された光伝送域があり、その周囲にクラッド3と呼ばれる低屈折率の透明体の反射層で被覆されている。クラッド3の周囲には保護層などのためのコーティング層2が施されている。コーティング層2の周囲には、多心テープ光ファイバ8内の個々の光ファイバ1が識別できるように、着色層5が設けられている。このような光ファイバ1複数本を略平行に配置し、透明な樹脂などによる共通被覆6を施して、テープ状の多心テープ光ファイバ8が形成されている。

【0003】 このような多心テープ光ファイバ8では、図2(A)に示すように一直線上に並ぶはずの各光ファイバ1間に段差9やピッチ10が多少変化する。このような段差9の発生やピッチ10の変動は、品質の面から好ましいことではなく、製品検査の段階でチェックする必要がある。

【0004】 多心テープ光ファイバ内の光ファイバの形状、特に各光ファイバ1間の段差9やピッチ10などを計測するには、従来は多心テープ光ファイバを切断し、端面を顕微鏡などで目視観察していた。しかし、切断により物理的な力がかかるため、切断自体で配列状態を変えてしまうことになる。そのため、切断によって測定値に実際とのズレが生じ、測定ごとにばらつきが生じてしまう。また、切断という破壊検査のため、製造ラインでの検査には使用できず、製品全長での品質を保証することができなかった。

【0005】 このような問題を解決するため、多心テープ光ファイバを切断せず、非接触で検査を行なう方法が考えられている。例えば特開平2-167415号公報や特開平6-148478号公報には、多心テープ光ファイバを透過する光を観測し、複数の光ファイバの間隔や、共通被覆の厚み等を測定する技術が記載されてい

る。しかしこれらの技術では、各光ファイバ間に段差が生じていても画像としては変化せず、光ファイバの配列段差状態は計測することができない。

【0006】また、例えば特開平6-148487号公報には、多心テープ光ファイバに光を照射し、多心テープ光ファイバからの反射光量を測定して各光ファイバの配列ズレを検出する技術が記載されている。しかし、この文献に記載されている方法では、検出器を多心テープ光ファイバの走行方向と略直交する方向にスキャンさせながら測定を行なっているため、高速な測定は困難である。また、共通被覆表面7における正反射光の影響を受けやすく、さらには共通被覆6の厚みの変動による反射光量の変動を補正することはできないという問題がある。

【0007】図3は、従来の多心テープ光ファイバの形状測定装置の一例を示す概略構成図である。図中、11は撮像カメラ、12はスリット光、13、14は反射光である。多心テープ光ファイバ8に対してスリット光12を照射し、光ファイバ1からの反射光を撮像カメラ11で撮像するものである。スリット光12は、例えば多心テープ光ファイバ8を略横断するように照射される。多心テープ光ファイバ8の共通被覆6は、上述のように透明であるので、スリット光12は各光ファイバ1の表面に達する。そして各光ファイバ1の着色層5における反射光13（散乱光）が撮像カメラ11によって受光される。

【0008】図4は、多心テープ光ファイバにおける入射光と反射光の関係の説明図である。図中、21、22は反射光である。多心テープ光ファイバ8にスリット光12を入射角 $\theta 1$ で照射すると、共通被覆6に侵入する際に屈折し、出射角 $\theta 1'$ で共通被覆6内を進行する。そして光ファイバ1の表面で乱反射する。乱反射されたある反射光21は、再び共通被覆6内を進行して入射角 $\theta 2'$ で共通被覆表面7に達し、出射角 $\theta 2$ で外部に出射される。

【0009】いま、光ファイバ1-1と光ファイバ1-2との間にDなる段差9が生じているとし、光ファイバ1-1の表面によって反射光21が出射されているものとする、光ファイバ1-2の表面による反射光22は、距離Lだけ異なった位置に出射される。このとき、段差9の距離Dと反射光21と反射光22の距離Lとの関係は、

$$D = L \cdot (\cos \theta 1' - \cos \theta 2') / \sin (\theta 1' + \theta 2') \cdot \cos \theta 2$$

$$\theta 1' = \sin^{-1} (n1 \cdot \sin \theta 1 / n2)$$

$$\theta 2' = \sin^{-1} (n1 \cdot \sin \theta 2 / n2)$$

で表わされる。ここで、 $\theta 1$ はスリット光12の入射角、 $\theta 2$ は受光角、 $n1$ は空気の屈折率、 $n2$ は共通被覆6の屈折率である。撮像カメラ11によって撮像された画像から距離Lを求め、上述の関係を用いて光ファイ

バ1間の段差9の距離Dを求めることができる。

【0010】図5は、多心テープ光ファイバにおいて共通被覆に凹凸が存在する場合における入射光と反射光の関係の説明図である。図中、23は凹部、24は反射光である。上述のようにして、撮像カメラ11で撮像した画像から、光ファイバ1間の段差9を求めることができるが、これは共通被覆表面7が平坦な場合に限られる。共通被覆表面7に凹凸が存在すると、スリット光12が共通被覆6内に侵入する位置が異なるため、反射光の位置も異なってくる。例えば光ファイバ1-2の上部の共通被覆表面7に深さBなる凹部23が存在する場合、図5に破線で示すような光路となり、凹部23のない場合の反射光22と凹部23の存在する場合の反射光24との間には距離Mだけの違いがでてくる。距離Mは、

$$M = B \cdot \{ \sin (\theta 2 - \theta 2') / \cos \theta 2' + (\tan \theta 1 - \tan \theta 1') \cdot \cos \theta 2 \}$$

で表わされる。このように、共通被覆表面7の凹凸によって光ファイバ1の配列段差9がなくても、Mなる誤差が生じる場合がある。逆に、段差9が生じていても共通被覆表面7の凹凸によって打ち消され、段差がないように見える場合もある。そのため、正確な光ファイバ1の位置形状を測定することはできない。

【0011】正確な測定を行なうためには、共通被覆表面7の形状がわかればよい。そのための一つの方法として、スリット光12の共通被覆表面7における正反射光を利用する方法がある。図6は、多心テープ光ファイバにおいて共通被覆表面での正反射光を受光する場合の説明図である。スリット光12は、共通被覆表面7への入射角と等しい反射角で共通被覆表面7で反射される。この正反射光14を受光できるように撮像カメラ11を配置すればよい。

【0012】このとき、図3および図6に示すように、各光ファイバ1からの乱反射光13も同時に受光可能である。しかし、正反射光14は非常に強く、正反射光14を含む画像から、光ファイバ1からの反射光13の像を得ることは困難である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、簡単な装置構成によって多心テープ光ファイバ内の各光ファイバ間の段差やピッチなどの形状を非接触で正確に検査することのできる多心テープ光ファイバの画像処理方法および画像取得装置と、各光ファイバの相対位置検出方法および装置を提供するとともに、そのような検査結果をもとに制御を行ない、高品質の多心テープ光ファイバを製造する多心テープ光ファイバの製造方法を提供することを目的とするものである。また、共通被覆の樹脂厚が薄い多心テープ光ファイバにおいて、多心テープ光ファイバ内の各光ファイバ間の段差やピッチなどの形状を非接触で正確に検査することのできる多心テープ光ファイバの画像処理方法

および画像取得装置と、各光ファイバの相対位置検出方法および装置を提供するとともに、そのような検査結果をもとに制御を行ない、高品質の多心テープ光ファイバを製造する多心テープ光ファイバの製造方法を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバに、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、その反射光の画像を取得して処理する多心テープ光ファイバの画像処理方法において、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、処理することを特徴とするものである。

【0015】請求項2に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバに、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、その反射光の画像を取得して処理する多心テープ光ファイバの画像処理方法において、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、処理することを特徴とする。

【0016】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法において、前記被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光された画像を取得して処理することを特徴とするものである。

【0017】請求項4に記載の発明は、請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法において、前記共通被覆の表面からの反射光の反射角度がブリュスター角度となるように前記スリット光の入射角度を設定したことを特徴とするものである。

【0018】請求項5に記載の発明は、請求項3または4に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法にお

て、前記スリット光は、前記共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に偏光されていることを特徴とするものである。

【0019】請求項6に記載の発明は、請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法において、前記共通被覆の表面からの反射光の開口数が、前記スリット光の入射光の開口数に対して大きい状態で画像を取得することを特徴とするものである。

【0020】請求項7に記載の発明は、請求項1または2に記載の多心テープ光ファイバの画像処理方法において、前記スリット光は、広波長域のスペクトルを有していることを特徴とするものである。

【0021】請求項8に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出することを特徴とするものである。

【0022】請求項9に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出することを特徴とするものである。

【0023】請求項10に記載の発明は、複数の被覆付

き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出し、該相対位置が所定の位置範囲を超えたとき前記多心テープ光ファイバの樹脂塗布条件を変化させ個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を調整することを特徴とするものである。

【0024】請求項11に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出し、該相対位置が所定の位置範囲を超えたとき前記多心テープ光ファイバの樹脂塗布条件を変化させ個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を調整することを特徴とするものである。

【0025】請求項12に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少するように調節し、前記共通被覆の表面からの反射光を取得できる角度位置から、前記個々の前記光ファイバの前記被覆

の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取得し、取得した画像から前記共通被覆の平均厚さを算出し、該平均厚さに基づいて前記共通被覆が所定の厚さになるように前記共通被覆の樹脂塗布条件を制御することを特徴とするものである。

【0026】請求項13に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの製造方法において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記多心テープ光ファイバの長手方向に対して所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射し、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置で前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少するように調節した画像と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置での画像との2つの画像を取得し、取得した画像から前記共通被覆の平均厚さを算出し、該平均厚さに基づいて前記共通被覆が所定の厚さになるように前記共通被覆の樹脂塗布条件を制御することを特徴とするものである。

【0027】請求項14に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光面が設定された偏光手段と、該偏光手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像として取り込むことができる角度位置に配置された撮像手段を有することを特徴とするものである。

【0028】請求項15に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく、厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を、前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量を減少する方向に偏光面が設定された偏光手段と、該偏光手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量が前

10

20

30

40

50

記共通被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置に配置された第1の撮像手段と、前記共通被覆の表面からの反射光量が前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量に対して十分大きくなる画像を取得できる角度位置に配置された第2の撮像手段を有することを特徴とするものである。

【0029】請求項16に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対して前記共通被覆の表面からの反射光の反射角度がブリュースター角度となる入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光とを同一画像または2つの画像として取り込む撮像手段を有することを特徴とするものである。

【0030】請求項17に記載の発明は、請求項14ないし16のいずれか1項に記載の多心テープ光ファイバの画像取得装置において、前記投光手段は、前記共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に前記スリット光を偏光させる光源側偏光手段を有していることを特徴とするものである。

【0031】請求項18に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した多心テープ光ファイバの画像を取得する多心テープ光ファイバの画像取得装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光量と前記共通被覆の表面からの反射光量を同一画像で観測できる程度に前記共通被覆の表面からの反射光の開口数を前記投光手段による前記スリット光の入射光の開口数に対して大きくなるように設定する開口数調節手段と、前記開口数調節手段を介して個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光の画像を同一画像として取り込む角度位置に配置された撮像手段を有することを特徴とするものである。

【0032】請求項19に記載の発明は、請求項14ないし18のいずれか1項に記載の多心テープ光ファイバの画像取得装置において、前記投光手段が前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる前記スリット光は、広波長域のスペクトルを有していることを特徴とするものである。

【0033】請求項20に記載の発明は、複数の被覆付き光ファイバを略平行に並べその上に共通被覆を施した

多心テープ光ファイバにおける個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を検出する多心テープ光ファイバの光ファイバ相対位置検出装置において、幅が前記多心テープ光ファイバの幅より大きく厚みが前記多心テープ光ファイバの厚みより十分小さいスリット光を前記光ファイバの長手方向に対し所定の入射角度で前記多心テープ光ファイバの表面に入射させる投光手段と、個々の前記光ファイバの前記被覆の表面からの反射光と前記共通被覆の表面からの反射光の画像を同一画像または2つの画像として取り込む撮像手段と、該撮像手段によって取り込まれた画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出する相対位置算出手段を有することを特徴とするものである。

【0034】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態を示す構成図である。図中、31は投光部、32は受光部、33はベース、34は開き角度調整機構、35はガイドローラ、36は測定面、41は光源、42はシリンドリカルレンズ、43は偏光フィルタ、44はスリット、45は開き角度調整機構、51は偏光フィルタ、52はカメラである。多心テープ光ファイバ8は、ガイドローラ35に従って送られている。投光部31は、スリット光を多心テープ光ファイバ8の測定面36に照射し、その反射光を受光部32で撮像し、画像として取得する。受光部32は、測定面36で正反射したスリット光を受光できるように、開き角度調整機構34によってその角度が調整される。もちろん、この角度は測定面36の角度が変化しなければ一定であるので、開き角度調整機構34を設けなくてもよい。また、この例では投光部31および受光部32は共通のベース33上に設けられているが、別々に設置される構成でもよい。

【0035】投光部31は、光源41、シリンドリカルレンズ42、偏光フィルタ43、スリット44、開き角度調整機構45などを有している。光源41は、広波長域のスペクトルを有するものがよい。図7は、投光光源による取得画像の違いの説明図である。上述の図2

(B)に示すように、多心テープ光ファイバ8内の各光ファイバ1には着色層5が設けられている。この着色層5の色は、各光ファイバ1ごとに異なっている。そのため、ある特定波長の光源を使用すると、特定の色の光ファイバについては十分な反射光が得られない場合がある。図7(A)に示した画像では、矢印で示した光ファイバについては反射光の光量が十分ではなく、かすれたりあるいは抜けたりしている。左側の矢印のところはかすれた様子を破線で図示し、右側の矢印のところは抜けた様子を示している。広波長域のスペクトルを有する光源41を用いることによって、各光ファイバ1の着色層5の色に関係なく、十分な反射光量が得られるとともにほぼ均一な輝度を得られる。そのため、図7(B)に示すようにすべての光ファイバ1の画像が良好に得られ

る。

【0036】シリンドリカルレンズ42は、光源41の光を直線状に集光し、測定面36を照明する光量を増加させる。また、スリット44は、光源41からの光を所定幅の直線状に制限し、測定面36における照射領域を規定する。偏光フィルタ43は、光源41からの光のうち、ある特定の偏波面の光のみを透過させる。

【0037】一方受光部32は、偏光フィルタ51、カメラ52、開き角度調整機構34などを有している。偏光フィルタ51は、受光部32に入射する、多心テープ光ファイバ8の共通被覆表面7からの反射光、および、各光ファイバ1の着色層5で散乱された反射光のうち、所定の偏光面を有する反射光のみを透過させる。カメラ52は、例えばCCDカメラ等によって構成することができ、偏光フィルタ51を介して入射した反射光を受光し、画像信号として出力する。このとき、多心テープ光ファイバ8の共通被覆表面7からの反射光、および、各光ファイバ1の着色層5で散乱された反射光の両方の像を、1つの画像として取得する。また、各光ファイバ1の着色層5の反射光は散乱光であるため、反射の広がり角度が広がる。そのため、受光部32の開口数を投光部31の開口数よりも大きくしておくことによって、より多くの反射光を受光することができる。

【0038】次に、投光部31の偏光フィルタ43と受光部32の偏光フィルタ51の関係について説明する。図8は、本発明の実施の一形態における2つの偏光フィルタによる正反射光を抑制する構成の説明図である。多心テープ光ファイバ8の表面、すなわち共通被覆表面7における光の反射は、偏光方向が保たれる。また、各光ファイバ1の着色層5における光の反射では、偏光方向がランダムになる。この性質を利用し、例えば偏光フィルタ43によってある偏光方向にスリット光を偏光しておき、偏光フィルタ51の偏光方向を偏光フィルタ43の偏光方向と垂直の方向にしておくと、消光比が高くなり、共通被覆表面7からの反射光は偏光フィルタ51を通過できなくなる。そのため、共通被覆表面7からの反射光量を抑えることができる。また、各光ファイバ1の着色層5からの反射光は、偏光方向がランダムであるから偏光フィルタ51を十分透過する。このようにして共通被覆表面7からの反射光量が抑えられたことにより、カメラ52では共通被覆表面7からの正反射光の画像と、各光ファイバ1の着色層5からの反射光の画像を、同一の画像として取得することができる。

【0039】また、投光部31側の偏光フィルタ43の偏光方向を、例えば入射面に含まれる成分からなるp偏光のみにしておき、スリット光の入射角度をブリュースターの角度に設定しておくことにより、共通被覆表面7における正反射を抑えることができる。一般に、入射角度をブリュースターの角度とした場合に、入射面に平行な振動成分は完全に透過する性質を有している。スリッ

ト光を偏光フィルタ43によってp偏光のみとしたことによって、共通被覆表面7においてスリット光はそのほとんどが透過して共通被覆6内へと進行する。そのため、例えば偏光フィルタ51を設けなくても、カメラ52に至る共通被覆表面7における正反射光量を抑え、共通被覆表面7からの正反射光の画像と、各光ファイバ1の着色層5からの反射光の画像を、同一の画像として取得することができる。

【0040】図9は、本発明の実施の一形態における画像処理方法の具体例の説明図である。図中、61は共通被覆表面からの正反射像、62は光ファイバからの反射像、63は走査ライン、64、65はピークである。上述のようにして、カメラ52によって図9(A)に示すように共通被覆表面7からの正反射像61と各光ファイバ1からの反射像62が同一画像として得られる。このとき共通被覆表面7からの正反射光量は、各光ファイバ1からの反射光量と識別可能な程度まで抑えられている。

【0041】このような観測画像について、共通被覆表面7からの正反射像61から、各光ファイバ1からの反射像62へ向かう方向に走査し、輝度分布を調べる。図9(B)に示すグラフは、図9(A)における走査ライン63における輝度分布を示している。図9(B)に示すように、輝度分布は共通被覆表面7からの正反射像61の存在する位置と、各光ファイバ1からの反射像62が存在する位置にピーク64、65を有する。このピーク64、65の位置を各走査ラインごとに求める。

【0042】なお、図9(B)に示すような輝度分布を求める場合、1枚の観測画像のみからではノイズの影響を受けやすい。そのため、複数枚の観測画像から同一位置の走査ラインの輝度分布を例えば平均し、輝度分布を求めてもよい。

【0043】このようにして求められたピーク64、65の位置から、図4に示した関係に従って共通被覆表面7を平坦とした場合の各光ファイバ1の表面の相対的な位置を求めることができる。しかしこの相対的な位置は図5に示したように、共通被覆6の厚さによる誤差を含んでいる。この共通被覆6の厚さは、ピーク64とピーク65の位置の差から容易に求めることができる。求められた共通被覆6の厚さをもとに、各光ファイバ1の表面の相対的な位置を補正すればよい。

【0044】このようにして得られた共通被覆表面7の位置と、光ファイバ1の表面の位置を2次元平面上にプロットしてみると、図9(C)に×印で示すようになる。各走査ラインにおいて求められた光ファイバ1の表面の位置を曲線近似し、その極大点を求めることによって、光ファイバ1の上端位置が得られる。このようにして、多心テープ光ファイバ内の各光ファイバの相対位置を正確に検出することができる。

【0045】さらに、各走査ラインにおいて求められた

共通被覆表面7の位置を直線近似し、光ファイバ1の上端位置における共通被覆表面7の位置までの距離を算出すれば、共通被覆6の厚さを得ることができる。さらに、各光ファイバ1について、その上端位置を求め、隣接する光ファイバ1間の距離を計算すれば、光ファイバ1間のピッチがわかる。このようにして、共通被覆6の厚さにかかわらず、各光ファイバ1の配列段差やピッチ等を求めることができる。

【0046】このようにして求められた光ファイバ1の相対位置や共通被覆6の厚さなどのデータによって、多心テープ光ファイバ8の品質検査を行なうことができる。さらにこれらのデータを多心テープ光ファイバ8の製造工程にフィードバックすることによって、多心テープ光ファイバ8の品質を向上させることができる。例えば、光ファイバ1の共通被覆表面7からの相対位置が所定の位置範囲を超える場合には、光ファイバ1のぶれ等が考えられるので、多心テープ光ファイバ8の送り速度を低下させてぶれなどを低減することが考えられる。あるいは、各光ファイバ1の上端における共通被覆6の厚さの平均を算出して、厚さがほぼ所定の厚さとなるように、共通被覆6となる樹脂の塗布条件を制御することができる。例えば共通被覆6が薄くなった場合には、共通被覆6として供給される単位面積当たりの樹脂量を多くすれば、共通被覆6が厚くなり、所定の品質を保つことができる。

【0047】上述したように、スリット光を用いた光切断の場合、多心テープ光ファイバの共通被覆表面と光ファイバの被覆の表面からの反射光を1つの画像で観測すると、共通被覆表面の反射光が多いため、光ファイバの被覆の表面の部分の輝度が十分にとれず観測が困難となる。そこで、偏光フィルタを利用して、共通被覆表面からの反射光量を抑えることで、共通被覆表面からの反射光の明るさと光ファイバの被覆の表面からの反射光の明るさをほぼ同じにして、共通被覆表面からの反射光と光ファイバの被覆の表面からの反射光を図10(A)に示すように1つの画像で同時観測し、位置測定が可能となる。このように、共通被覆の樹脂厚にある程度の厚さがある場合には、共通被覆の表面からの反射光の像と光ファイバの被覆の表面からの反射光の像は離れた位置に観測され、図10(A)において点線で示したラインのうち、左端側のラインにおける輝度(明るさ)の分布は、図10(B)に示すように、共通被覆の表面からの反射光のピークが高く、光ファイバの被覆の表面の反射光のピークが共通被覆の表面からの反射光から離れた位置にやや低く表れている。

【0048】しかしながら、樹脂厚が小さい多心テープ光ファイバの場合、共通被覆表面と光ファイバの被覆の表面からの反射光はかなり近接して観測されるため、図10(C)に示すように、共通被覆の表面からの反射光の像と光ファイバの被覆の表面からの反射光の像は接近

した位置に観測され、検出したい光ファイバの被覆の表面の頂点の位置および、その頂点位置上の共通被覆表面の位置を正確に測定することが困難になる。図10

(C)において点線で示したラインのうち、左端側のラインにおける輝度(明るさ)の分布も、図10(D)に示すように、共通被覆の表面からの反射光のピークと、光ファイバの被覆の表面の反射光のピークの分離は困難である。

【0049】図11は、共通被覆の樹脂厚が薄い多心テープ光ファイバに適した本発明の実施の形態の一例を示す構成図である。図1と同様の部分には、同じ符号を付して説明を省略する。また、受光部は2つ用いられているが、図1の受光部と同様な部分には、それぞれ参照数字に「a」および「b」を付して対応させて、説明を省略する。

【0050】投光部31は、スリット光を多心テープ光ファイバ8の測定面36に照射する。多心テープ光ファイバ8の共通被覆表面からの反射光は、正反射光が多いような角度でスリット光が投射されているから、これが受光できるとともに、光ファイバの被覆の表面からの反射光が十分小さくなる角度位置に受光部32aを配置する。 $\theta 1$ と $\theta 2$ を同じにした角度位置としても、光ファイバの被覆の表面からの反射光量が、共通被覆の表面からの反射光量に比べて少ないから、カメラ52aで共通被覆表面の反射光の像を光ファイバの被覆の表面の反射光の像と区別して観測することができる。偏光フィルタ51aはなくてもよいが、これを設けて、その角度を調節して、共通被覆の表面からの反射光をもっとも多く受光できるようにすれば、光ファイバの被覆の表面からの反射光のカメラ52aへの入射光量を落として入射させることができ、共通被覆の表面からの反射光の取得がより容易となる。このようにして、カメラ52aによって共通被覆の表面からの反射光の像を取得することができる。

【0051】受光部32bは、共通被覆の表面からの反射光の影響を受けることが少ない位置で、光ファイバの被覆の表面からの反射光を受光できる角度位置に配置されている。多心テープ光ファイバ8の共通被覆表面からの反射光は、正反射光が多いから、例えば、 θ より小さい角度位置に受光部32bを配置して、光ファイバの被覆の表面共通被覆表面からの反射光を受光するようにすればよい。しかし、共通被覆の表面自体に凹凸により、図12(A)に示すように、共通被覆の表面からの反射光が光ファイバの被覆の表面の観測画像の近傍に見られる場合があり、それが画像処理時にノイズとなり、円頂点の算出時の測定エラーや誤差となる。このノイズを除去するため、図2で偏光フィルタ51bを用いて、その角度を調節することにより、図12(B)に示すように、共通被覆表面自体の凹凸によるノイズを減少させることができる。

【0052】投光部31および受光部32a, 32bの角度位置の具体例では、投光部31の開き角度 θ_1 を 60° 、共通被覆表面を観測する受光部32aの開き角度 θ_2 を 60° 、光ファイバの被覆の表面を観測する受光部32bの開き角度 θ_3 を 30° とした。

【0053】2つの受光部によって2方向から観測した2つの画像からの位置測定は、基本的には1方向から観測した1つの画像で行なう方法と同様に、画像により検出した心線の位置に対して、投光角度、受光角度と、樹脂の屈折率を補正データとして計算処理を行なえばよい。

【0054】図11で説明した実施の形態においても、取得した画像から、各光ファイバの相対位置を検出することができ、そのような検査結果をもとに制御を行ない、高品質の多心テープ光ファイバを製造することができる。

【0055】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1に記載の発明によれば、多心テープ光ファイバを非接触、非破壊で形状測定することができる。このとき、共通被覆表面の反射光および光ファイバの着色層からの反射光の画像から、それぞれの相対的な深さ方向の位置および光ファイバのピッチなどを正確に求めることができるが、この共通被覆の表面の反射光および光ファイバの被覆の表面からの反射光の画像を同一画像として取得できるので、装置を小型化し、コストを低減することができる。

【0056】請求項2に記載の発明によれば、2方向からの画像から、共通被覆の樹脂厚が薄い場合でも、共通被覆表面の反射光および光ファイバの被覆の表面の反射光の画像から、それぞれの相対的な深さ方向の位置および光ファイバのピッチなどを正確に求めることができる。

【0057】請求項3, 14および15に記載の発明によれば、共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に偏光された画像を取得して処理することによって、共通被覆表面の反射光の像と光ファイバの被覆の表面からの反射光の像を識別可能となり、光ファイバの相対位置などを検出することが容易となる。また、光ファイバの被覆の表面からの反射光を十分に抑えた角度位置で光ファイバの被覆の表面の反射光の像を得る場合に、共通被覆の表面の凹凸による反射光のノイズを減少させることができる。

【0058】請求項4および16に記載の発明によれば、共通被覆の表面からの反射光の反射角度がブリュースター角度となるように、スリット光の入射角度を設定したことによって、共通被覆表面からの反射光量を減少させることができ、請求項3と同様に共通被覆表面の反射光の像と光ファイバの被覆の表面からの反射光の像を識別可能とすることができる。また、光ファイバの被覆

の表面からの反射光を十分に抑えた角度位置で光ファイバの被覆の表面の反射光の像を得る場合に、共通被覆の表面の凹凸による反射光のノイズを減少させることができる。

【0059】請求項5および17に記載の発明によれば、スリット光を、共通被覆の表面からの反射光量が減少する方向に偏光しておくことによって、共通被覆の表面からの反射光量をさらに減少させ、共通被覆表面の反射光の像と光ファイバの被覆の表面からの反射光の像の識別をさらに容易に行なうことができるようになる。

【0060】請求項6および18に記載の発明によれば、共通被覆の表面からの反射光の開口数を、スリット光の入射光の開口数に対して大きい状態で画像を取得することによって、光ファイバの被覆の表面からの反射光（散乱光）の成分をより多く受光することができる。

【0061】請求項7および19に記載の発明によれば、スリット光として、広波長域のスペクトルを有する光を用いることによって、各光ファイバの被覆の表面に色によらず、反射光を観測することができる。

【0062】請求項8, 9および20に記載の発明によれば、取得した画像から個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を算出することができる。

【0063】請求項10, 11および13に記載の発明によれば、このようにして得られた個々の光ファイバの共通被覆の表面からの相対位置をもとに、相対位置が所定の位置範囲を超えたとき多心テープ光ファイバの樹脂塗布条件を変化させ個々の前記光ファイバの前記共通被覆の表面からの相対位置を調整することによって、多心テープ光ファイバの品質を常に一定に保つことができる。また、請求項12に記載の発明によれば、同様にして得られた共通被覆の平均厚さに基づいて、共通被覆が所定の厚さになるように共通被覆の樹脂塗布条件を制御することによって、一定品質の多心テープ光ファイバを製造することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示す構成図である。

【図2】多心テープ光ファイバの一例を示す断面図である。

【図3】従来の多心テープ光ファイバの形状測定装置の一例を示す概略構成図である。

【図4】多心テープ光ファイバにおける入射光と反射光の関係の説明図である。

【図5】多心テープ光ファイバにおいて共通被覆に凹凸が存在する場合における入射光と反射光の関係の説明図である。

【図6】多心テープ光ファイバにおいて共通被覆表面での正反射光を受光する場合の説明図である。

【図7】投光光源による取得画像の違いの説明図である。

【図8】本発明の実施の一形態における2つの偏光フ

21

ルタによる正反射光を抑制する構成の説明図である。

【図9】本発明の実施の一形態における画像処理方法の具体例の説明図である。

【図10】共通被覆表面と光ファイバの被覆の表面の観測像の説明図である。

【図11】共通被覆の樹脂厚が薄い多心テープ光ファイバに適した本発明の実施の形態の一例を示す構成図である。

【図12】共通被覆表面に凹凸がある場合の光ファイバの被覆の表面の観測像の説明図である。

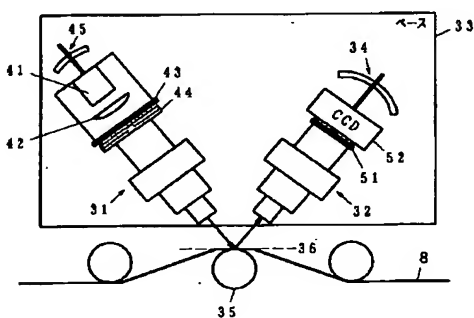
【符号の説明】

1…光ファイバ、2…コーティング層、3…クラッド、

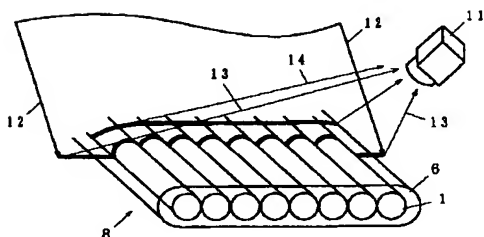
22

4…コア、5…着色層、6…共通被覆、7…共通被覆表面、8…多心テープ光ファイバ、9…段差、10…ピッチ、11…撮像カメラ、12…スリット光、13、14…反射光、21、22…反射光、23…凹部、24…反射光、31…投光部、32、32a、32b…受光部、33…ベース、34…開き角度調整機構、35…ガイドローラ、36…測定面、41…光源、42…シリンドリカルレンズ、43…偏光フィルタ、44…スリット、45…開き角度調整機構、51、51a、51b…偏光フィルタ、52、52a、52b…カメラ、61…共通被覆表面からの正反射像、62…光ファイバからの反射像、63…走査ライン、64、65…ピーク。

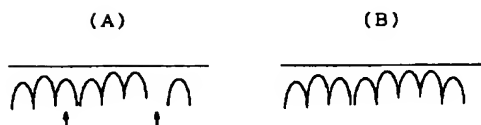
【図1】



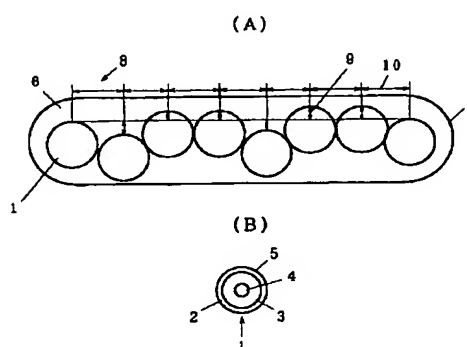
【図3】



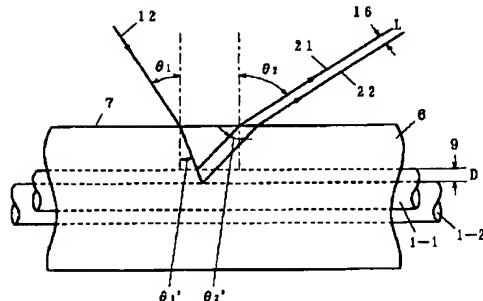
【図7】



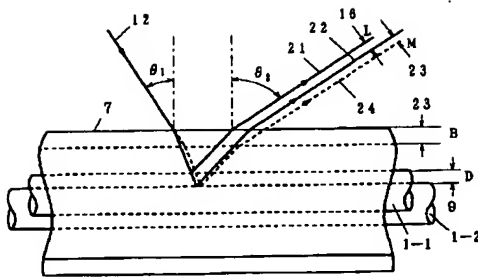
【図2】



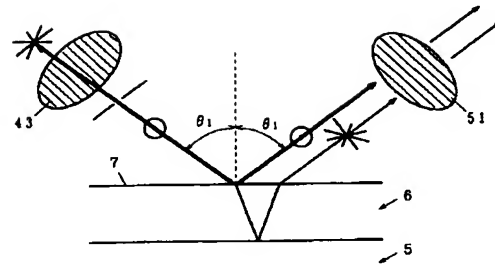
【図4】



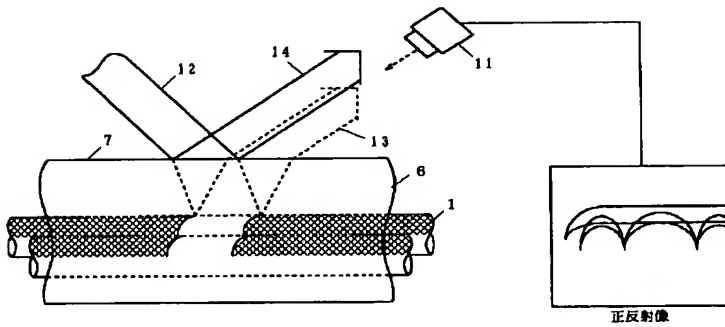
【図5】



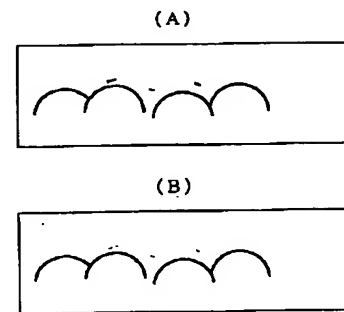
【図8】



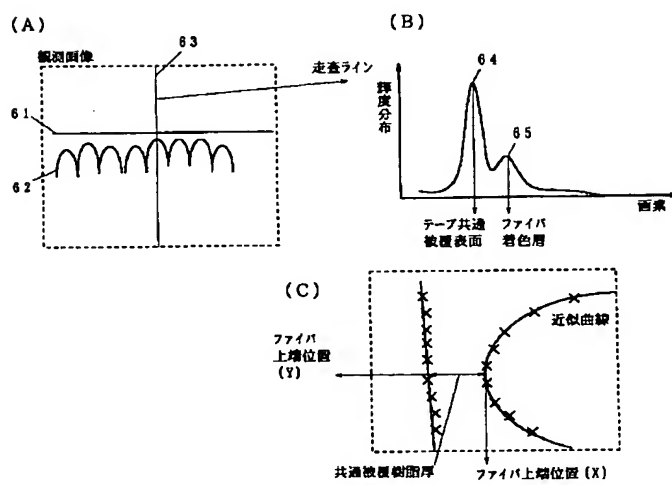
【図6】



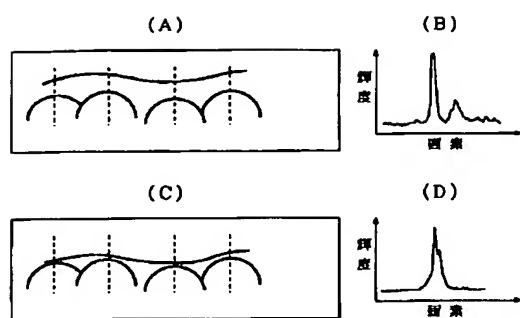
【図12】



【図9】



【図10】



【図11】

